

2/Pyk

5

10

Ventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine.

20

Es sind aus der Praxis Ventilanordnungen bekannt, bei denen im Kraftübertragungsweg zwischen einem Ventilelement und einer zu dessen Verstellung dienenden Stelleinheit eine hydraulische Kraftübertragungskammer angeordnet ist, welche einen kraftübertragunglosen Ausgleich

25

zeitlich langsamer, beispielsweise wärmebedingter oder infolge von Setzeffekten auftretender Maß- oder Positionsveränderungen der einzelnen, in dem Kraftübertragungsweg angeordneten Komponenten der Ventilanordnung ermöglicht. Kraftübertragungloser Ausgleich heißt, daß die Position des anzusteuernden Ventilelements der Ventilanordnung von solchen Wärme- oder Setzeffekten unbe-

5 röhrt bleibt. Speziell bei piezoelektrischen Stelleinheiten dient die Kraftübertragungskammer regelmäßig zu-  
dem der Übersetzung des sich üblicherweise lediglich auf  
einige Zehn oder Hundert Mikrometer belaufenden Hubs der  
Stelleinheit.

10 Unvermeidliche Leckageeffekte erfordern eine ständig  
wiederkehrende Befüllung der Kraftübertragungskammer mit  
Hydraulikflüssigkeit, um den Druck in der Kraftübertra-  
gungskammer konstant zu halten.

#### Vorteile der Erfindung

15 Die Erfindung gibt nun eine Lösung an die Hand, die es  
erlaubt, diesem Befüllungserfordernis mit einem ver-  
gleichsweise geringen Fertigungsaufwand nachzukommen.  
Hierzu sieht sie eine Ventilanordnung, insbesondere für  
ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschi-  
ne, vor, umfassend ein verstellbar angeordnetes Ventile-  
lement, eine insbesondere piezoelektrische Stelleinheit  
20 zur Verstellung des Ventilelements, eine im Kraftüber-  
tragungsweg zwischen der Stelleinheit und dem Ventilele-  
ment angeordnete hydraulische Kraftübertragungskammer,  
und eine hydraulische Druckteileranordnung zur Abzwei-  
gung mindestens eines der Kraftübertragungskammer zu de-  
ren Befüllung zuführenden Hydraulikfüllstroms von ei-  
nem Hydraulikhauptstrom. Die Druckteileranordnung weist  
dabei ein in einem Kanalgehäuse ausgebildetes Kanalsy-  
stem mit einem den Hydraulikhauptstrom führenden Haupt-  
kanal und mindestens einem von dem Hauptkanal abgezweig-  
ten, den Hydraulikfüllstrom führenden Füllkanal auf, wo-

bei die Druckteileranordnung - bei Betrachtung in Strömungsrichtung des Hydraulikhauptstroms - beidseits der Abzweigungsstelle des Füllkanals von dem Hauptkanal je einen hydraulischen Drosselungsbereich für den Hydraulikhauptstrom bildet. Mindestens einer der Drosselungsbereiche ist hier als Drosselbohrung ausgeführt.

Drosselbohrungen sind auch bei hohen Genauigkeitsanforderungen vergleichsweise einfach herzustellen. Die Ausgestaltung mindestens eines der Drosselungsbereiche als Drosselbohrung erlaubt eine gegenseitige Entkopplung der Drosselungsbereiche, also eine voneinander unabhängige Einstellung des Drosselungsverhaltens jedes der Drosselungsbereiche, ohne daß eine Modifikation eines der Drosselungsbereiche unmittelbar auf das Drosselungsverhalten des jeweils anderen Drosselungsbereichs rückwirken würde.

Wenn hier von einer Drosselbohrung die Rede ist, so wird darunter nicht nur eine im strengsten Sinne mittels eines mechanischen Bohrwerkzeugs hergestellte kreiszyndrische Bohrung verstanden. Vielmehr soll der Begriff Drosselbohrung in einem allgemeineren Sinn verstanden werden und auch andere lochartige Drosseldurchgänge mit von einem Kreis abweichender Querschnittsform umfassen, die zudem in anderer Weise als durch mechanisches Bohren hergestellt sein können. Hierbei wird beispielsweise an Laserbohren gedacht, aber auch chemische oder elektro-chemische Verfahren sind grundsätzlich vorstellbar. Des weiteren ist der Begriff Drossel hier so zu verstehen, daß er von rohrartigen Strömungswiderständen, bei denen

die Durchströmlänge groß gegenüber dem mittleren Durchströmdurchmesser ist, sämtliche Strömungswiderstände bis hin zu blendenartigen Strömungswiderständen umfaßt, bei denen die Durchströmlänge klein gegenüber dem mittleren Durchströmdurchmesser ist.

Bevorzugt ist zumindest der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich als Drosselbohrung ausgeführt. Es kann dann auch der stromaufwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich als Drosselbohrung ausgeführt sein. Bei einer ersten Variante ist mindestens einer der Drosselungsbereiche von einer Drosselbohrung gebildet, welche in einem gesondert von dem Kanalgehäuse hergestellten, fest an diesem gehaltenen Drosselkörper ausgebildet ist. Die Möglichkeit, den Drosselkörper fernab des Kanalgehäuses zu bearbeiten, ermöglicht eine hochpräzise Herstellung der Drosselbohrung. Zudem ergibt sich die Möglichkeit, im voraus einen Satz von Drosselkörpern mit hinsichtlich ihres Drosselungsverhaltens unterschiedlichen Drosselbohrungen bereitzustellen. Abhängig vom gewünschten Druck in der Kraftübertragungskammer oder/und von der gewünschten Durchflußrate des Hydraulikhauptstroms nach der Abzweigungsstelle kann dann ein geeigneter Drosselkörper aus diesem Satz ausgewählt werden. Falls sich nach Zusammenbau der Ventilanordnung heraustellt, daß der gewählte Drosselkörper dennoch nicht zu den gewünschten Ergebnissen führt, kann er ohne weiteres gegen einen anderen Drosselkörper aus dem Satz ausgetauscht werden. Der Herstellungsaufwand für den Drosselkörper läßt sich beson-

der gering halten, wenn er als flache Drosselscheibe mit zentrischer Drosselbohrung ausgebildet ist.

Der Drosselkörper kann in einen durchmessergrößeren Abschnitt des Hauptkanals eingesetzt und an einer Übergangsstufe zu einem durchmesserkleineren Abschnitt des Hauptkanals abgestützt sein. Eine solche Übergangsstufe im Hauptkanal ist mit vergleichsweise geringem Aufwand herstellbar und erlaubt eine exakte Positionierung des Drosselkörpers. Der Drosselkörper kann mittels eines in den Hauptkanal geschraubten Schraubkörpers an der Übergangsstufe fixiert sein, wobei der Schraubkörper einen im wesentlichen drosselungsfreien Strömungsdurchgang für den Hydraulikhauptstrom bildet. Zur Bildung dieses Strömungsdurchgangs kann der Schraubkörper in einfacher Weise eine zentrale Durchgangsbohrung aufweisen.

Um zu verhindern, daß in dem Hydraulikhauptstrom mitgeführte Verunreinigungen die Drosselungsbereiche verstopfen, empfiehlt es sich, vor dem stromaufwärts der Abzweigungsstelle liegenden Drosselungsbereich geeignete Maßnahmen zur Filterung des Hydraulikhauptstroms zu treffen. Für den Fall eines den stromaufwärtigen Drosselungsbereich bildenden Drosselkörpers kann hierzu im Hauptkanal zwischen dem Schraubkörper und dem Drosselkörper ein Filterungselement zur Filterung des Hydraulikhauptstroms gehalten sein. Wenngleich es grundsätzlich möglich ist, für das Filterungselement einen Sieb- oder Poröskörper zu verwenden, so wird bevorzugt ein für die Hydraulikflüssigkeit undurchlässiges Filterungselement verwendet, welches zwischen seinem Außenumfangsma-

tel und der Kanalwand des Hauptkanals einen insbesondere ringförmigen Filterspalt begrenzt.

5 Gemäß einer zweiten Variante kann einer der Drosselungsbereiche, insbesondere der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich, von einer in das Material des Kanalgehäuses eingearbeiteten Drosselbohrung gebildet sein. Aus Gründen einer einfachen Herstellung der Drosselbohrung wird diese zweckmäßigerweise nahe der 10 Außenseite eines Gehäusekörpers des Kanalgehäuses angeordnet sein. Zur Herstellung der Drosselbohrung kann insbesondere auf ein Laserbohrverfahren zurückgegriffen werden.

15 Eine dritte Variante sieht vor, daß einer der Drosselungsbereiche, insbesondere der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich, als Drosselbohrung ausgeführt ist und daß zur Bildung des anderen Drosselungsbereichs, insbesondere des stromaufwärts der 20 Abzweigungsstelle liegenden Drosselungsbereichs, ein Drosselstift in den Hauptkanal eingesetzt ist, welcher zwischen seinem Stiftmantel und der Kanalwand des Hauptkanals einen Drosselspalt begrenzt.

25 Hierbei ist folgendes zu beachten: Die Spaltbreite des Drosselspalts kann ohne weiteres in einem Bereich liegen, in dem fertigungsbedingte Formtoleranzen des Hauptkanals oder/und des Drosselstifts das Drosselungsverhalten des Drosselspalts stark beeinflussen können. Es ist deshalb eine hochpräzise Bearbeitung des Hauptkanals und 30 des Drosselstifts erforderlich, um unerwünschte Toleran-

zen des Drosselspalts gering zu halten und die Breite des Drosselspalts exakt auf einen gewünschten Wert einzustellen. Dabei kann es insbesondere notwendig sein,  
5 die Bearbeitung des Hauptkanals und die Bearbeitung des Drosselstifts gegenseitig aufeinander abzustimmen. Dieser vergleichsweise hohe Bearbeitungsaufwand läßt sich jedoch dadurch auf ein vertretbares Maß senken, daß nur einer der Drosselungsbereiche durch einen mit Führungsspiel in den Hauptkanal eingesetzten Drosselstift realisiert wird.  
10

Der Drosselstift kann dann nämlich vergleichsweise kurz sein, und zwar insbesondere so kurz, daß es möglich wird, den Hauptkanal mit der geforderten Präzision zu  
15 schleifen. Während bei langen zu schleifenden Kanalabschnitten ein Schleifwerkzeug mit einem vergleichsweise langen Werkzeugschaft erforderlich ist, bei dem unvermeidbare Verwindungen des Werkzeugschafts unakzeptabel große Schleiftoleranzen verursachen können, kann für einen kurzen zu schleifenden Kanalabschnitt auf ein  
20 Schleifwerkzeug mit einem kurzen Werkzeugschaft zurückgegriffen werden, bei dem solche verwindungsbedingten Schleiftoleranzen nicht - oder zumindest nur in einem akzeptablen Umfang - zu befürchten sind.

25 Indem so eine hohe Fertigungsgenauigkeit des Kanalabschnitts gewährleistet werden kann, in den der Drosselstift eingesetzt werden soll, entschärft sich das Problem der Spalttoleranzen des Drosselspalts erheblich.  
30 Eine auf etwaige Formtoleranzen des Hauptkanals abgestimmte Bearbeitung des Drosselstifts ist dann nicht

mehr erforderlich. Dies alles führt dazu, daß die Anzahl der Durchmesser- oder/und Längenklassen verringert werden kann, die für den Drosselstift bereitgehalten werden müssen, damit der Konstrukteur bei der Montage der Ven-  
5 tilanordnung aus diesem Satz von Drosselstiften einen geeigneten Drosselstift auswählen kann, um einen ge- wünschten Druck in der Kraftübertragungskammer oder/und eine gewünschte Durchflußrate des Hydraulikhauptstroms nach der Abzweigungsstelle einstellen zu können.

10

Um bei einer innerhalb des Kanalgehäuses angeordneten Abzweigungsstelle das präzise Schleifen des Hauptkanals zu erleichtern, weist der Hauptkanal im Bereich der Abzweigungsstelle vorzugsweise eine Querschnittserweite-  
15 rung auf. Beim Schleifen des bezogen auf die Abzwei- gungsstelle stromaufwärtigen Teils des Hauptkanals kann das Schleifwerkzeug dann bis in den durch diese Quer- schnittserweiterung gebildeten Freiraum bewegt werden. Dies ermöglicht einen gleichmäßigen Materialabtrag aller  
20 zu schleifender Teile des Hauptkanals. Die Querschnitts- erweiterung kann beispielsweise durch elek-trochemisches Abtragen (Elysieren) hergestellt werden.

25

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß der Hauptkanal von einer Kraftstoffversorgungslei-  
tung abgezweigt ist, welche der Kraftstoffzufuhr zu ei-  
ner Einspritzdüse der Verbrennungsmaschine dient. Es  
läßt sich so eine unmittelbare Abhängigkeit des Drucks  
in der Kraftübertragungskammer vom Förderdruck des  
30 Kraftstoffs in der Kraftstoffversorgungsleitung erzie- len.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

5

### Zeichnung

In der Zeichnung sind drei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, welche in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert werden. Es zeigen

10 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Ventilanordnung mit schematischer Darstellung der Druckteileranordnung,

15 Figur 2 eine erste Realisierungsvariante der Druckteileranordnung,

Figur 3 eine zweite Realisierungsvariante der Druckteileranordnung und

Figur 4 eine dritte Realisierungsvariante der Druckteileranordnung.

20

Die in Figur 1 gezeigte Ventilanordnung ist Teil eines Diesel-Speichereinspritzsystems, auch Common-Rail-Einspritz-system genannt, für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor. Die Ventilanordnung ist hier in ein allgemein mit 10 bezeichnetes Injektormodul eingebaut, welches in an sich bekannter und deswegen nicht näher dargestellter Weise eine in einen Zylinderbrennraum des Verbrennungsmotors ragende Einspritzdüse und eine die Einspritzdüse abhängig vom Druck in einer Düsensteuerkammer 12 öffnende und schließende Düsenadel aufweist. Das Injektormodul 10 weist ein mehrteiliges Injektorge-

häuse 14 auf, in welchem ein aus einem Hochdruckverteiler bzw. Rail gespeister Kraftstoffversorgungskanal 16 ausgebildet ist, über welchen die Einspritzdüse mit Kraftstoff versorgt wird. Auch die Steuerkammer 12 wird 5 über einen in dem Injektorgehäuse 14 ausgebildeten, stets offenen Zuführkanal (nicht dargestellt) mit Kraftstoff aus dem Kraftstoffversorgungskanal 16 gespeist. Herrscht in der Steuerkammer 12 ein hoher Druck, so verschließt die diesem Druck ausgesetzte Düsennadel die 10 Einspritzdüse. Wird dagegen ein an die Steuerkammer 12 angeschlossener Entlastungsweg 18 geöffnet, so fließt Kraftstoff aus der Steuerkammer 12 ab. Der damit einhergehende Druckabfall in der Steuerkammer 12 bewirkt, daß die Düsennadel die Einspritzdüse freigibt und Kraftstoff 15 in den Zylinderbrennraum eingespritzt wird. Die erfindungsgemäße Ventilanordnung dient dabei zum wahlweisen Freigeben oder Sperren des Entlastungswegs 18 und demzufolge zur Festlegung von Zeitpunkt und Dauer der Einspritzung.

20 Die Ventilanordnung umfaßt eine von einer nicht näher dargestellten elektronischen Steuereinheit des Einspritzsystem gesteuerte piezoelektrische Ventilstelleinheit 20, deren vorzugsweise aus einer Vielzahl übereinander gestapelter Piezomaterialschichten gebildeter Hubkörper einenends an einer Stützwand 22 des Injektorgehäuses 14 abgestützt ist und andernends auf einen in einem durchmessergrößeren Abschnitt einer Stufenbohrung 24 des Injektorgehäuses 14 verschiebbar geführten Stellkolben 26 wirkt. Die Hubbewegungen des Stellkolbens 26 werden 25 über eine hydraulische Kraftübertragungskammer 28

auf einen in einem durchmesserkleineren Abschnitt der Stufenbohrung 24 verschiebbar geführten Wirkkolben 30 übertragen, welcher fest mit einem hier als Sitzelement ausgebildeten Ventilelement 32 verbunden ist. Das Sitzelement 32 ist in einem Ventilraum 34 zwischen zwei gegenüberliegenden Ventilsitzen 36, 38 verstellbar und durch eine Ventilfeder 40 in Richtung zu dem Ventilsitz 36 hin vorgespannt. Der Entlastungsweg 18 verläuft über den Ventilraum 34; er weist einen im Bereich des Ventilsitzes 38 in den Ventilraum 34 mündenden, mit der Steuерkammer 12 verbundenen Ablaufkanal 42 auf, welcher in der Regel eine hier nicht näher dargestellte Ablaufdrossel enthält, sowie einen im Bereich des Ventilsitzes 36 aus dem Ventilraum 34 herausgeföhrten Rücklaufkanal 44, in welchem der aus der Steuertkammer 12 abgelaufene Kraftstoff zu einer Kraftstoffquelle zurückfließt, aus der eine Hochdruckpumpe den Kraftstoff in den Hochdruckverteiler pumpt.

Aufgrund des Durchmesserunterschieds zwischen dem Stellkolben 26 und dem Wirkkolben 30 wirkt die Kraftübertragungskammer 28 als Hubübersetzer, der die vergleichsweise kurzen Hübe der piezoelektrischen Stelleinheit 20 in vergleichsweise große Hübe des Sitzelements 32 übersetzt. Zudem ermöglicht die Kraftübertragungskammer 28 einen Ausgleich unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhaltens innerhalb der Kraftübertragungskette von der Stelleinheit 20 zum Sitzelement 32, wobei ein solches unterschiedliches Wärmeausdehnungsverhalten beispielsweise durch einen Temperaturgradienten innerhalb des Injektormoduls 10 oder durch unterschiedliche Wärmeausdeh-

nungskoeffizienten der einzelnen Komponenten des Injektormoduls 10 hervorgerufen werden kann. Auch etwaige Setzeffekte der in dem Injektormodul verwendeten Materialien und deren Verbindungen können in der Kraftübertragungskammer 28 ohne Positionsänderung des Sitzelements 32 ausgeglichen werden.

Die Kraftübertragungskammer 28 wird mit Kraftstoff aus dem Kraftstoffversorgungskanal 16 gefüllt. Hierzu ist im Injektorgehäuse 14 ein von dem Kraftstoffversorgungskanal 16 abzweigender Zweigkanal 46 ausgebildet, welcher zu der Kraftstoffquelle zurückführt. Von dem Zweigkanal 46 ist seinerseits ein ebenfalls im Injektorgehäuse 14 ausgebildeter Füllkanal 48 abgezweigt, welcher in die Kraftübertragungskammer 28 mündet. Bei Betrachtung in Strömungsrichtung längs des Zweigkanals 46 ist beidseits der Abzweigungsstelle des Füllkanals 48 je ein schematisch angedeuteter Drosselungsbereich 50 bzw. 52 in dem Zweigkanal 46 ausgebildet. Die beiden Drosselungsbereiche 50, 52 bilden eine Druckteileranordnung, mittels welcher sich durch Herunterteilung des im Kraftstoffversorgungskanal 16 herrschenden Drucks ein gewünschter Druck in der Kraftübertragungskammer 28 einstellen lässt. Der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich 52 dient dabei zur Einstellung der zur Kraftstoffquelle rücklaufenden Kraftstoffmenge, die eine von der Leistung der Kraftstoffpumpe abhängige Grenze nicht überschreiten sollte, um die Kraftstoffpumpe nicht überzubelasten. Zur Terminologie sei noch erwähnt, daß der Zweigkanal 46 im folgenden auch als Hauptkanal der Druckteileranordnung bezeichnet wird.

Es wird nun auf die Figuren 2 bis 4 verwiesen. Dort sind drei verschiedene Realisierungsvarianten für die Drosselungsbereiche 50, 52 gezeigt. Gleiche oder gleich wirkende Komponenten sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen wie in Figur 1 bezeichnet, jedoch ergänzt um einen von Figur zu Figur verschiedenen Kleinbuchstaben.

Bei allen drei Realisierungsvarianten der Figuren 2 bis 10 4 gilt, daß der Durchflußquerschnitt des stromabwärtigen Drosselungsbereichs 52 keinesfalls kleiner und vorzugsweise größer bemessen ist als der Durchflußquerschnitt des stromaufwärtigen Drosselungsbereichs 50. Hierdurch kann erreicht werden, daß Änderungen des Durchflußquerschnitts des strom-abwärtigen Drosselungsbereichs 52 weitestgehend rückwirkungslos auf den Druck in der 15 Kraftübertragungskammer 28 bleiben und letzterer im wesentlichen alleine über den Durchflußquerschnitt des stromaufwärtigen Drosselbereichs 50 einstellbar ist.

Bei der Variante der Figur 2 sind die Drosselungsbereiche 50a, 52a jeweils als Drosselbohrung ausgeführt, welche in einem gesondert von dem Injektorgehäuse 14 hergestellten, scheibenförmigen Drosselkörper 54a bzw. 56a 20 zentrisch ausgebildet ist. Die beiden Drosselscheiben 54a, 56a sind in den Hauptkanal 46a eingesetzt und liegen jeweils an einer durchmesserverengenden Ringstufe 58a bzw. 60a des Hauptkanals 46a an. Um der zuvor angegebenen Forderung nach unterschiedlichen Durchflußquerschnitten der Drosselbohrungen 50a, 52a zu genügen, kann 25 30 die Drosselbohrung 50a in der Drosselscheibe 54a bei-

spielsweise einen Durchmesser von etwa 0,06 mm besitzen, während die Drosselbohrung 52a in der Drosselscheibe 56a einen Durchmesser von etwa 0,1 mm haben kann.

5 Die stromabwärtige Drosselscheibe 56a ist mittels eines in ein Innengewinde 62a des Hauptkanals 46a geschraubten Schraubkörpers 64a im Hauptkanal 46a fixiert. Der Schraubkörper 64a weist eine zentrale Durchgangsbohrung 66a auf, die in Deckung mit der Drosselbohrung 52a der Drosselscheibe 56a steht und den Durchgang des zur Kraftstoffquelle rücklaufenden Kraftstoffs gestattet. Diese Durchgangsbohrung 66a des Schraubkörpers 64a ist so groß bemessen, daß sie - wenn überhaupt - keine ins Gewicht fallende Drosselwirkung entfaltet.

10

15 Mittels eines gleichartigen, in ein weiteres Innengewinde 68a des Hauptkanals 46a geschraubten Schraubkörpers 70a mit zentraler Durchgangsbohrung 72a ist auch die bezogen auf die Abzweigungsstelle des Füllkanals 48a stromaufwärtige Drosselscheibe 54a gegen die Ringstufe 58a festgeklemmt. Allerdings ist hier zwischen die Drosselscheibe 54a und den Schraubkörper 70a zusätzlich ein für den Kraftstoff undurchlässiger Filterungskörper 74a eingefügt, welcher zwischen seinem Außenumfangsmantel und der Kanalwand des Hauptkanals 46a einen insbesondere ringförmigen Filterspalt begrenzt. Die Spaltbreite dieses Filterspalts ist so bemessen, daß im Kraftstoff enthaltene Partikel, die die Drosselbohrung 50a der Drosselscheibe 54a verstopfen könnten, herausgefiltert werden. Bei dem zuvor beispielhaft angegebenen Durchmesser der Drosselbohrung 50a von etwa 0,06 mm wird eine Spalt-

20

25

30

breite von etwa 30  $\text{mm}$  für den Filterspalt empfohlen. Es ist freilich darauf zu achten, daß der Filterspalt insgesamt einen Durchflußquerschnitt für den Kraftstoff bietet, der wesentlich größer als der Durchflußquerschnitt der Drosselbohrung 50a ist, so daß der Filterspalt keinen nennenswerten Beitrag zur stromaufwärtigen Drosselwirkung leistet.

Um für den Kraftstoff eine Verbindung zwischen der Durchgangsbohrung 72a des Schraubkörpers 70a und dem Filterspalt zu schaffen, weist der Schraubkörper 70a auf seiner dem Filterungskörper 74a zugewandten Seite eine seine Durchgangsbohrung 72a schneidende, gestrichelt angedeutete Quernut 76a auf. Alternativ ist es denkbar, eine solche Quernut auf der dem Schraubkörper 70a zugewandten Seite des Filterungskörpers 74a vorzusehen. Eine im Filterungskörper 74a auf der Seite der Drosselscheibe 54a ausgebildete, ebenfalls gestrichelt angedeutete Quernut 78a schafft eine Verbindung zwischen dem Filterspalt und der Drosselbohrung 50a.

Die Variante der Figur 3 unterscheidet sich von der Variante der Figur 2 durch die Ausgestaltung des stromabwärts der Abzweigungsstelle des Füllkanals 48b liegenden Drosselungsbereichs 52b. Dieser ist in Figur 3 zwar ebenfalls als Drosselbohrung ausgebildet, jedoch ist diese Drosselbohrung 52b unmittelbar in das Material des Injektorgehäuses 14b vorzugsweise durch Laserbohren eingearbeitet. Die Herstellung der Drosselbohrung 52b gestaltet sich vergleichsweise einfach, wenn das Injektorgehäuse 14b aus mehreren gesonderten Gehäusekörpern zu-

sammengesetzt ist und die Drosselbohrung 52b im Bereich der Außenseite eines dieser Gehäusekörper angeordnet ist.

5 Bei der Variante der Figur 4 ist der stromabwärts der Abzweigungsstelle des Füllkanals 48c liegende Drosselungsbereich 52c wie in Figur 3 als integral in das Material des Injektorgehäuses 14c eingearbeitete Drosselbohrung ausgebildet. Der stromaufwärtige Drosselungsbereich 50c ist im Unterschied zu den Figuren 2 und 3 jedoch von einem Drosselspalt gebildet, welcher zwischen dem Außenumfangmantel eines in den Hauptkanal 46c eingeschobenen Drosselstifts 80c und der Kanalwand des Hauptkanals 46c gebildet ist. Über die Länge des Drosselstifts 80c und dessen Querschnittsgröße kann der Strömungswiderstand dieses Drosselspalts eingestellt werden. Der Drosselspalt selbst kann sich rings um den Drosselstift 80c herum erstrecken.

10

15

20 Es sind aber auch andere Querschnittsformen des Drosselspalts denkbar, beispielsweise sichelförmig oder kreissegmentförmig. Um den Drosselstift 80c in Richtung seiner Stiftachse zu positionieren, kann sich der Drosselstift 80c im Bereich seines stromabwärtigen Stiftendes an einer Positionierstufe 82c des Hauptkanals 46c abstützen, wobei eine in dieses Stiftende eingearbeitete, gestrichelt angedeutete Quernut 84c den Durchgang des Kraftstoffs zu den stromabwärts des Drosselstifts 80c liegenden Bereichen des Hauptkanals 46c ermöglicht.

25

30

Im Bereich der Abzweigungsstelle des Füllkanals 48c weist der Hauptkanal 46c eine durch Elysieren hergestellte Freilegung 86c auf, welche einen querschnittsvergrößerten Abschnitt des Hauptkanals 46c bildet. Mit 5 dieser Freilegung 86c hat es folgende Bewandtnis: Zur präzisen Einstellung des Drosselspalts wird der stromaufwärts der Abzweigungsstelle des Füllkanals 48c liegende Bereich des Hauptkanals 46c geschliffen. Das verwendete Schleifwerkzeug wird hierbei von unterhalb des 10 in Figur 4 gezeigten Gehäusekörpers des Injektorgehäuses 14c in den Hauptkanal 46c eingeführt. Weil die Drosselbohrung 52c es verhindert, das Schleifwerkzeug auf der oberen Seite dieses Gehäusekörpers wieder aus dem Hauptkanal 46c austreten zu lassen, muß das Schleifwerkzeug 15 innerhalb des Gehäusekörpers in seiner Vorschubbewegung gestoppt und wieder zurückgefahren werden. Diese Bewegungsumkehr des Schleifwerkzeugs wird nun vorteilhafterweise innerhalb der Freilegung 86c durchgeführt. Der stromaufwärts an die Freilegung 86c anschließende Bereich 20 des Hauptkanals 46c erfährt so eine überall gleichmäßige Schleifbehandlung. Ein zusätzlicher Vorteil der Freilegung 86c ist, daß im Zuge der zu ihrer Herstellung angewandten elektrochemischen Bearbeitung des Materials des Injektorgehäuses 14c etwaige Grate entfernt werden, die nach Bohren des Hauptkanals 46c oder/ 25 und des Füllkanals 48c möglicherweise stehengeblieben sind.

Das Schleifen des Hauptkanals 46c ist aufgrund der vergleichsweise geringen Länge des Drosselstifts 80c unter Einhaltung der geforderten Präzision ohne weiteres mög- 30

lich. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß eine Länge des Drosselstifts 80c genügen kann, die etwa dem Dreifachen des Stiftdurchmessers entspricht. Bei einem Stiftdurchmesser von beispielsweise etwa 2 mm ergibt sich  
5 dann eine Stiftlänge von etwa 6 mm. Der Schaft des zum Schleifen verwendeten Werkzeugs kann dementsprechend kurz sein. Verwindungen, die die Schleifgenauigkeit beeinträchtigen würden, sind bei derart kurzschaftigen Werkzeugen im wesentlichen nicht zu befürchten. Der  
10 Drosselstift 80c selbst kann beispielsweise durch sogenanntes Spitzenlos-Durchgangsschleifen auf die geforderte Präzision gebracht werden.

Die Erfindung kann selbstverständlich nicht nur bei Common-Rail-Dieselinjektoren eingesetzt werden, sondern generell dort, wo eine Druckteilerfunktion zur Einstellung des Drucks in einer Hydraulikkammer gewünscht ist, welche im Kraftübertragungsweg zwischen einer Ventilstelleinheit und einem zu betätigenden Ventilelement angeordnet ist. Deshalb ist es ebenfalls klar, daß die Erfindung keineswegs auf eine doppeltschaltende Ventilanordnung mit zwei Ventilsitzen beschränkt ist, wie sie vorstehend beschrieben ist. Einfachschaltende Ventilanordnungen mit nur einem Ventilsitz sind genauso denkbar wie auch andere Ventilgestaltungen, etwa Kolbenlängsschieberventile.  
15  
20  
25

5

Ansprüche

10

1. Ventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstofffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine, umfassend ein verstellbar angeordnetes Ventilelement (32), eine insbesondere piezoelektrische Stelleinheit (20) zur Verstellung des Ventilelements (32), eine im Kraftübertragungsweg zwischen der Stelleinheit (20) und dem Ventilelement (32) angeordnete hydraulische Kraftübertragungskammer (28), und eine hydraulische Druckteileranordnung (50, 52) zur Abzweigung mindestens eines der Kraftübertragungskammer (28) zu deren Befüllung zuführenden Hydraulikfüllstroms von einem Hydraulikhauptstrom, wobei die Druckteileranordnung (50, 52) ein in einem Kanalgehäuse (14) ausgebildetes Kanalsystem (46, 48) mit einem den Hydraulikhauptstrom führenden Hauptkanal (46) und mindestens einem von dem Hauptkanal (46) abgezweigten, den Hydraulikfüllstrom führenden Füllkanal (48) aufweist, wobei die Druckteileranordnung (50, 52) in Strömungsrichtung des Hydraulikhauptstroms betrachtet beidseits der Abzweigungsstelle des Füllkanals (48) von dem Hauptkanal (46) je einen hydraulischen Drosselungsbereich (50, 52) für den Hydraulik-

hauptstrom bildet, wobei mindestens einer der Drosselungsbereiche (50, 52) als Drosselbohrung (50a, 52a; 50b, 52b; 52c) ausgeführt ist.

- 5        2. Ventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich (52) als Drosselbohrung (52a; 52b; 52c) ausgeführt ist.
- 10       3. Ventilanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß auch der stromaufwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich (50) als Drosselbohrung (50a; 50b) ausgeführt ist.
- 15       4. Ventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Drosselungsbereiche (50, 52) von einer Drosselbohrung (50a, 52a; 50b) gebildet ist, welche in einem gesondert von dem Kanalgehäuse (14a; 14b) hergestellten, fest an diesem gehaltenen Drosselkörper (54a, 56a; 54b) ausgebildet ist.
- 20       5. Ventilanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (54a, 56a; 54b) als flache Drosselscheibe mit zentrischer Drosselbohrung (50a, 52a; 50b) ausgebildet ist.
- 25       6. Ventilanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (54a, 56a; 54b) in einen durchmessergrößeren Abschnitt des Hauptkanals (46a; 46b) eingesetzt und an einer Übergangsstufe (58a,

60a; 58b) zu einem durchmesserkleineren Abschnitt des Hauptkanals (46a; 46b) abgestützt ist.

7. Ventilanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (54a, 56a; 54b) mittels eines in den Hauptkanal (46a; 46b) geschraubten Schraubkörpers (64a, 70a; 70b) an der Übergangsstufe (58a, 60a; 58b) fixiert ist, wobei der Schraubkörper (64a, 70a; 70b) einen im wesentlichen drosselungsfreien, vorzugsweise eine zentrale Durchgangsbohrung (66a, 72a; 72b) darstellenden Strömungsdurchgang für den Hydraulikhauptstrom bildet.

8. Ventilanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (54a; 54b) den stromaufwärts der Abzweigungsstelle liegenden Drosselungsbereich bildet und daß im Hauptkanal (46a; 46b) zwischen dem Schraubkörper (70a; 70b) und dem Drosselkörper (54a; 54b) ein Filterungselement (74a; 74b) zur Filterung des Hydraulikhauptstroms gehalten ist.

9. Ventilanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterungselement (74a; 74b) für die Hydraulikflüssigkeit undurchlässig ist und zwischen dem Außenumfangmantel des Filterungselementes (74a; 74b) und der Kanalwand des Hauptkanals (46a; 46b) ein insbesondere ringförmiger Filterspalt begrenzt ist.

10. Ventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß einer (52) der Drosselungsbereiche (50, 52), insbesondere der stromabwärts der

Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich (52), von einer in das Material des Kanalgehäuses (14b; 14c) eingearbeiteten Drosselbohrung (52b; 52c) gebildet ist.

- 5 11. Ventilanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselbohrung (52b; 52c) nahe der Außenseite eines Gehäusekörpers des Kanalgehäuses (14b; 14c) angeordnet ist.
- 10 12. Ventilanordnung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselbohrung (52b; 52c) durch Laserbohren hergestellt ist.
- 15 13. Ventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß einer (52) der Drosselungsbereiche (50, 52), insbesondere der stromabwärts der Abzweigungsstelle liegende Drosselungsbereich (52), als Drosselbohrung (52c) ausgeführt ist und daß zur Bildung des anderen Drosselungsbereichs (50), insbesondere des stromaufwärts der Abzweigungsstelle liegenden Drosselungsbereichs (50), ein Drosselstift (80c) in den Hauptkanal (46c) eingesetzt ist, welcher zwischen seinem Stiftmantel und der Kanalwand des Hauptkanals (46c) einen Drosselpalt begrenzt.
- 20 25 30 14. Ventilanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abzweigungsstelle innerhalb des Kanalgehäuses (14c) angeordnet ist und der Hauptkanal (46c) im Bereich der Abzweigungsstelle eine Querschnittserweiterung (86c) aufweist, wobei die Quer-

schnittserweiterung (86c) vorzugsweise durch elektro-  
chemisches Abtragen hergestellt ist.

15. Ventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
5 dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptkanal (46) von ei-  
ner Kraftstoffversorgungsleitung (16) abgezweigt ist,  
welche der Kraftstoffzufuhr zu einer Einspritzdüse der  
Verbrennungsmaschine dient.

5        Ventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritz-  
          system einer Verbrennungsmaschine

Zusammenfassung

10        Es wird eine insbesondere für ein Kraftstoffeinspritz-  
          system einer Verbrennungsmaschine geeignete Venti-  
          lanordnung vorgeschlagen, welche ein verstellbar ange-  
          ordnetes Ventilelement, eine insbesondere piezoelektri-  
          sche Stelleinheit zur Verstellung des Ventilelements  
          15        sowie eine im Kraftübertragungsweg zwischen der Stel-  
          leinheit und dem Ventilelement angeordnete hydraulische  
          Kraftübertragungskammer umfaßt. Zur Abzweigung minde-  
          stens eines der Kraftübertragungskammer zu deren Befüll-  
          20       ung zuzuführenden Hydraulikfüllstroms von einem Hy-  
          draulikhauptstrom ist eine hydraulische Drucktei-  
          leranordnung (50b, 52b) vorgesehen, welche ein in einem  
          Kanalgehäuse (14b) ausgebildetes Kanalsystem (46b, 48b)  
          mit einem den Hydraulikhauptstrom führenden Hauptkanal  
          25        (46b) und mindestens einem von dem Hauptkanal (46b) ab-  
          gezweigten, den Hydraulikfüllstrom führenden Füllkanal  
          (48b) aufweist. Die Druckteileranordnung (50b, 52b)  
          bildet bei Betrachtung in Strömungsrichtung des Hydru-  
          likhauptstroms beidseits der Abzweigungsstelle des  
          30        Füllkanals (48b) von dem Hauptkanal (46b) je einen hy-  
          draulischen Drosselungsbereich (50b, 52b) für den Hy-

draulikhauptstrom. Dabei ist mindestens einer der Drosselungsbereiche (50b, 52b) als Drosselbohrung ausgeführt. (Figur 3)

1 / 2

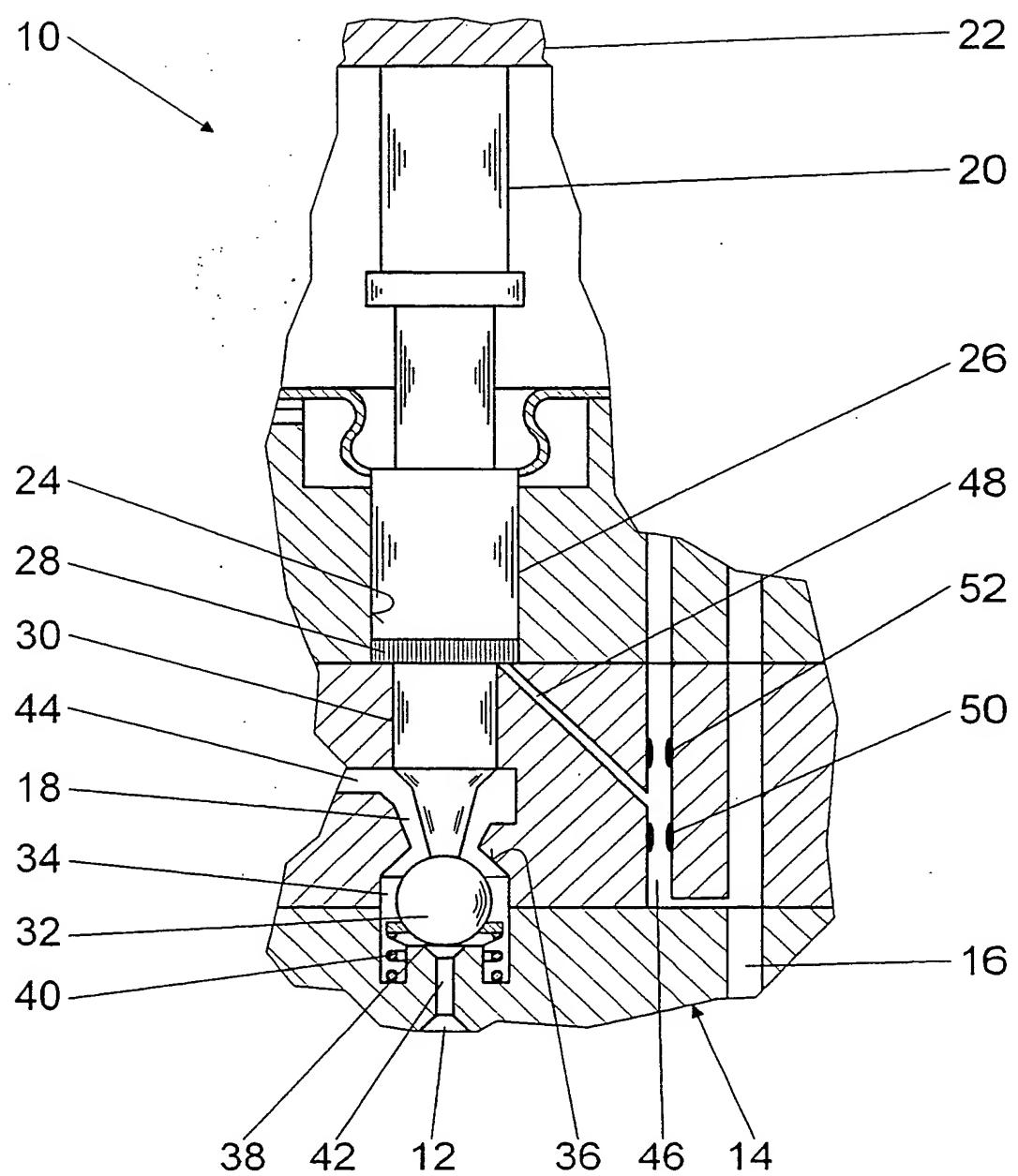


Fig. 1

2 / 2

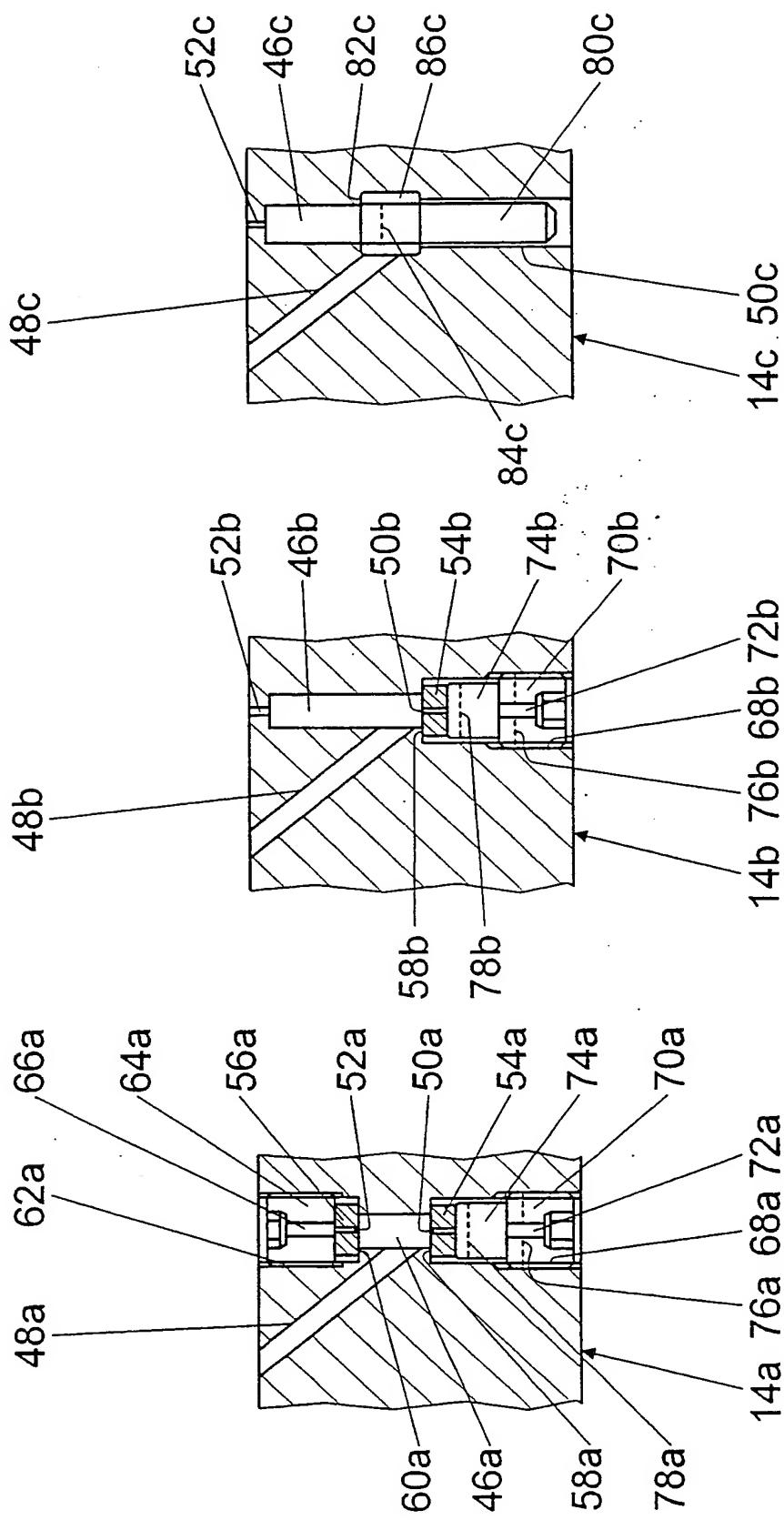


Fig. 2  
Fig. 3

Fig. 4